

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-215204

(43)Date of publication of application : 27.08.1996

(51)Int.Cl.

A61B 17/28

A61B 1/00

A61B 17/00

(21)Application number : 07-020572

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 08.02.1995

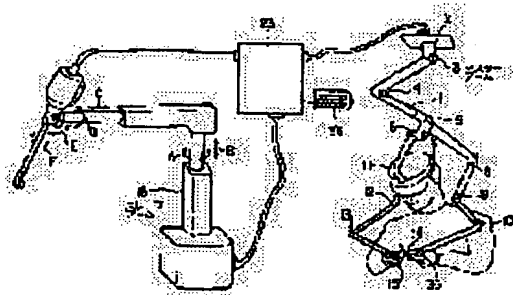
(72)Inventor : KAMI KUNIAKI

## (54) MEDICAL MANIPULATOR

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a medical manipulator which achieves higher operability along with improved safety.

**CONSTITUTION:** In a medical manipulator which is operated by a master/slave system with a master arm 1 having multiple degrees of freedom and a slave arm 16 having multiple degrees of freedom, a control section 28 is included to read an encoder value from an encoder mounted on the master arm 1 and an encoder value from an encoder mounted on the slave arm 16 for all of shafts to be converted to angles, determines a difference therebetween to be compared with a specified value and starts a master/slave operation when it is smaller than the specified value.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

10.01.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998.2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-215204

(43) 公開日 平成8年(1996)8月27日

| (51) Int.Cl. <sup>6</sup> | 識別記号  | 庁内整理番号 | F I           | 技術表示箇所  |
|---------------------------|-------|--------|---------------|---------|
| A 6 1 B 17/28             | 3 1 0 |        | A 6 1 B 17/28 | 3 1 0   |
| 1/00                      | 3 0 0 |        | 1/00          | 3 0 0 B |
| 17/00                     | 3 2 0 |        | 17/00         | 3 2 0   |

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-20572

(22) 出願日 平成7年(1995)2月8日

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 上 邦彰

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

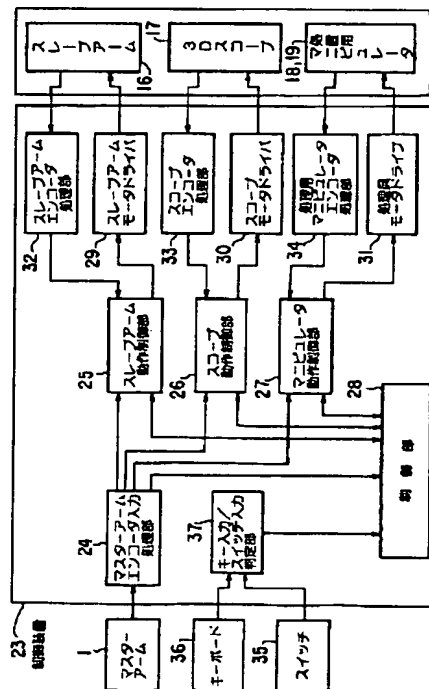
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

## (54) 【発明の名称】 医療用マニピュレータ

## (57) 【要約】

【目的】操作性が良く、かつ安全性も向上した医療用マニピュレータを提供すること。

【構成】複数の自由度を持つマスターアーム1と、複数の自由度を持つスレーブアーム16とを有してマスタースレーブ方式で動作する医療用マニピュレータにおいて、マスターアーム1に取り付けられたエンコーダからのエンコーダ値と、スレーブアーム16に取り付けられたエンコーダからのエンコーダ値とを全軸分読み込んで角度に変換して差を求め、この差と所定値とを比較して所定値よりも小さいときにマスタースレーブ動作を開始する制御部28とを具備する。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】** 複数の自由度を持つマスターアームと、複数の自由度を持つスレーブアームとを有してマスタースレーブ方式で動作する医療用マニピュレータにおいて、上記マスターアームの形状と、上記スレーブアームの形状の差を検出する検出手段と、検出された上記形状の差を予め決められた値と比較する比較手段と、この比較手段の比較結果に応じてマスタースレーブ動作を制御する制御手段と、を具備したことを特徴とする医療用マニピュレータ。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【産業上の利用分野】** 本発明は医療用マニピュレータに関し、特に、複数の自由度を持つマスターアームと、複数の自由度を持つスレーブアームとを有してマスタースレーブ方式で動作する医療用マニピュレータに関する。

**【0002】**

**【従来の技術】** 特願平 6-208885 や特願平 6-246546 は、多関節構造を有するマスターマニピュレータの動きに応じて、先端部に 3D スコープと一対の処置具を設けた体腔内挿入部を有するスレーブマニピュレータを動かすことで、各種の処置を行うマスタースレーブ方式の医療用マニピュレータを開示している。又、特願平 6-246546 は、マスターアームの動作量からスレーブアームの動作量を計算する方法を開示している。

**【0003】**

**【発明が解決しようとする課題】** しかしながら、上記した従来の技術においてはいずれも、マスタースレーブ動作に基づいてマニピュレータを動かす場合、マスターアームとスレーブアームの形状が異なる状態から動作をスタートさせると術者の思い通りにスレーブアームが動かず、操作性が悪いという欠点があった。

**【0004】** 本発明の医療用マニピュレータはこのような課題に着目してなされたものであり、その目的とするところは、操作性が良くかつ安全性も向上した医療用マニピュレータを提供することにある。

**【0005】**

**【課題を解決する手段および作用】** 上記の目的を達成するために、本発明は、複数の自由度を持つマスターアームと、複数の自由度を持つスレーブアームとを有してマスタースレーブ方式で動作する医療用マニピュレータにおいて、上記マスターアームの形状と、上記スレーブアームの形状の差を検出する検出手段と、検出された上記形状の差を予め決められた値と比較する比較手段と、この比較手段の比較結果に応じてマスタースレーブ動作を制御する制御手段とを具備する。

**【0006】**

**【実施例】** 以下、図面を参照して本発明の実施例に係る医療用マニピュレータを詳細に説明する。図 1 は本発明の第 1 実施例に係る医療用マニピュレータの構成を示す図である。同図において、マスターアーム 1 の各関節部には、モータの回転量を検出するための複数のエンコーダ 2~13 と開閉部 14, 15 が設けられている。

**【0007】** また、スレーブアーム 16 の先端部には図 2 に示すように、3D スコープ 17 及び処置用マニピュレータ 18, 19 を有する体腔内挿入部 22 が取り付けられている。処置用マニピュレータ 18, 19 の先端部にはグリッパ 20, 21 が取り付けられている。

**【0008】** スレーブアーム 16、3D スコープ 17、処置用マニピュレータ 18, 19 及びグリッパ 20, 21 は図示しないモータにより駆動され、モータの回転数は図示しないエンコーダにより検出されている。

**【0009】** 上記したマスターアーム 1、スレーブアーム 16、3D スコープ 17、体腔内挿入部 22 はそれぞれ制御装置 23 に接続されている。マスターアーム 1 のエンコーダ 2~13 からの出力は、図 3 に示すように、制御装置 23 内のマスターアームエンコーダ入力処理部 24 を経由して、スレーブアーム動作制御部 25、スコープ動作制御部 26、マニピュレータ動作制御部 27 及び検出手段、比較手段、制御手段を構成する制御部 28 へ入力される。

**【0010】** スレーブアーム動作制御部 25、スコープ動作制御部 26、マニピュレータ動作制御部 27 は各エンコーダからのエンコーダ値に基づいて各モータの回転量を算出し、スレーブアームモータドライバ 29、スコープモータドライバ 30、処置具モータドライバ 31 を介してスレーブアーム 16、3D スコープ 17、処置用マニピュレータ 18, 19 の各モータを回転させる。

**【0011】** 各モータにはエンコーダが取り付けられており、各エンコーダからのエンコーダ値はスレーブアームエンコーダ処理部 32、スコープエンコーダ処理部 33、処理用マニピュレータエンコーダ処理部 34 を介して、スレーブアーム動作制御部 25、スコープ動作制御部 26、マニピュレータ動作制御部 27 にフィードバックされモータの回転制御が行われる。

**【0012】** 又、制御部 28 は、スレーブアーム動作制御部 25、スコープ動作制御部 26、マニピュレータ動作制御部 27 を介して上記エンコーダ値を読むことが可能であり、必要に応じてモータの停止等の指示を出すことが可能である。

**【0013】** さらに、マスターアーム 1 の開閉部 14, 15 の近傍にはスイッチ 35 が設けられており、術者がマスターアーム 1 を操作しているときにスイッチ 35 が ON 状態となるように配置されている。スイッチ 35 及びキーボード 36 からの出力はキー入力/スイッチ入力判定部 37 を介して制御部 28 に入力される。

**【0014】** 以下に上記した構成の作用を説明する。制

御部 28 は、スイッチ 35 が ON 状態の時のみマスターアーム 1 の各エンコーダからのエンコーダ値を読み取り、このエンコーダ値に基づいてスレーブアーム 16、3D スコープ 17、処置用マニピュレータ 18、19 の動作を制御する。すなわち、マスターアーム 1 のエンコーダ 2~5 のエンコーダ値を基にスレーブアーム 16 を A~F 方向に動かすよう制御し、エンコーダ 6、7 のエンコーダ値を基に 3D スコープ 17 の湾曲方向 a、b を制御し、エンコーダ 8~13 のエンコーダ値を基に処置用マニピュレータ 18、19 の  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  方向を制御することでマスタースレーブ動作を行う。

【0015】又、術者がマスターアーム 1 を離れたときにはスイッチ 35 が OFF になると同時に制御部 28 の指示でマスタースレーブ動作を停止する。図 4 は第 1 実施例に係る制御部 28 の動作を説明するためのフローチャートである。まず、ステップ S1 でスイッチ 35 が OFF 状態か否かを判断し、OFF のときは動作フラグ  $flag$  を OFF にする（ステップ S2）。また、スイッチ 35 が ON の時はまず動作フラグ  $flag$  をチェックし（ステップ S3）、動作フラグ  $flag$  が ON であればステップ S9 に飛んで直ちにマスタースレーブ動作を行う。

【0016】一方、ステップ S3 で動作フラグ  $flag$  が OFF の時には、まず、制御装置 28 にてマスターアーム 1 の各エンコーダからのエンコーダ値を全軸分読み込んで、マスターアーム 1 の形状（角度、位置、姿勢を含む）に関する情報の 1 つとしての角度  $\theta_{M1} \sim \theta_{Mn}$  に変換する（ステップ S4）。次に、スレーブアーム 16、3D スコープ 17、処置用マニピュレータ 18、19 のエンコーダからのエンコーダ値を全軸分読み込んで、スレーブアーム 16 の形状に関する情報の 1 つとしての角度  $\theta_{S1} \sim \theta_{Sn}$  に変換する（ステップ S5）。

【0017】次に、上記 2 つの角度、 $\theta_{M1} \sim \theta_{Mn}$  と  $\theta_{S1} \sim \theta_{Sn}$  との差、 $\Delta\theta_i = |\theta_{Mi} - \theta_{Si}|$  ( $i = 1 \sim n$ ) を計算し、この  $\Delta\theta_i$  とあらかじめ設定した値  $k_i$  とを比較し、全ての  $\Delta\theta_i$  と  $k_i$  について  $\Delta\theta_i > k_i$  を満たす間はステップ 1 に戻って上記の処理を繰り返し、 $\Delta\theta_i \leq k_i$  となったときに動作フラグ  $flag$  を ON 状態にした後でマスタースレーブ動作を実行する（ステップ S8、S9）。マスタースレーブ動作はマスターアーム 1 の各エンコーダからのエンコーダ値を読み込みスレーブアーム 16 を動かすことで一サイクルを終了し、その後、ステップ S1 に戻ってスイッチ 35 のチェックを再度行なう。

【0018】ここで、キーボード 36 等から動作終了が指示されたときは処理ループを終了する。上記した第 1 実施例によれば、マスタースレーブ動作の停止中に何等かの理由でマスターアームの形状、スレーブアーム、3D スコープ、処置用マニピュレータ等の形状が変化しても、マスターアームとスレーブアームが必ず一致した形

状でマスタースレーブ動作を行うので操作性が向上する。また、マスターアームとスレーブアームの形状が一致するまではマスタースレーブ動作を行わないので安全性も向上する。

【0019】なお、上記した実施例ではマスターアームとスレーブアームの全てが一致したときに動作するようにしたが、マスターアームの一部とスレーブアームの一部、例えば、マスターアームの処置用マニピュレータに対応するエンコーダと処置用マニピュレータが一致したときに動くようにしても良い。又、スイッチ 35 はフットスイッチでも良い。

【0020】以下に本発明の第 2 実施例を説明する。第 2 実施例の構成は第 1 実施例と同一なので、ここでの説明は省略する。以下に第 2 実施例の作用を図 5、図 6 のフローチャートを参照して説明する。スイッチ 35 が OFF のとき動作フラグを OFF にすることは第 1 実施例と同じであるが、各軸毎に動作フラグ  $flag_i$  ( $i = 1 \sim n$ ) を設けた点異なる。

【0021】まず、キーボード、スイッチの入力チェックを行う（ステップ S31）。そしてキーボードの終了スイッチが押されていたか否かを確認し（ステップ S32）、押されていたときには処理を終了する。また、ステップ S32 で終了スイッチが押されていなかったときはスイッチ 35 が ON か否かをチェックし（ステップ S33）、スイッチ 35 が OFF の時は動作フラグ  $flag_1 \sim flag_n$  を全て OFF にし（ステップ S34）、キーボード、スイッチの入力変化のチェックを繰り返す。また、ON の時はステップ S20 に飛んで下記のマスタースレーブ動作のサイクルを繰り返す。

【0022】まず、動作フラグ  $flag_i$  (最初は  $i = 0$ ) が ON か否かをチェックし（ステップ S20、S21）、OFF であれば対応する軸のマスターアーム 1、スレーブアーム 16 のエンコーダからのエンコーダ値を読み込んで、マスターアーム 1、スレーブアーム 16 の形状に関する情報の 1 つとしての角度  $\theta_{Mi}$ 、 $\theta_{Si}$  に各々変換する（ステップ S22、S23）。次に、あらかじめ設定した値  $k_i$  と上記 2 つの角度の差  $|\theta_{Mi} - \theta_{Si}|$  とを比較し、 $|\theta_{Mi} - \theta_{Si}| \leq k_i$  を満たすか否かをチェックして、満たす場合は動作フラグ  $flag_i$  を ON にする（ステップ S24、S25）。

【0023】一方、ステップ S21 で動作フラグ  $flag_i$  が ON であれば対応する軸のマスターアームのエンコーダからのエンコーダ値を読み込み、スレーブアームの対応する軸のモータの回転量を算出してモータドライバにセットしてモータを回転させる（ステップ S26、S27、S28）。

【0024】次に  $i$  を 1 インクリメントした後で、次の軸について動作フラグ  $flag_i$  をチェックする（ステップ S29、S30）。全ての軸に対して上記処理を終わるとマスタースレーブ動作の一サイクルを終了してキー

ボード、スイッチの入力変化のチェックを繰り返す。

【0025】上記した第2実施例によれば、マスターアームとスレーブアームが一致した軸から動き出すので、どの軸が一致したのかがわかりやすくなり、全ての軸を一致させるまでの時間が短くなる。また、全ての軸に動作フラグを設ける必要はなく、例えばスレーブアーム16はスイッチ35がONの間は常に移動するようにしても良い。

【0026】なお、上記した第1、第2実施例ではエンコーダ値を角度に変換して比較しているが、エンコーダ値をそのまま比較しても良いし、位置に変換して比較しても良い。又、それぞれを組み合わせで比較しても良いことは勿論である。

【0027】上記した具体的実施例から以下のような構成の技術的思想が導き出される。

(1) 複数の自由度を持つマスターアームと、複数の自由度を持つスレーブアームとを有してマスタースレーブ方式で動作する医療用マニピュレータにおいて、上記マスターアームの形状と、上記スレーブアームの形状の差を検出する検出手段と、検出された上記形状の差を予め決められた値と比較する比較手段と、この比較手段の比較結果に応じてマスタースレーブ動作を制御する制御手段と、を具備する医療用マニピュレータ。

(2) 上記制御手段は、上記形状の差が予め定められた値よりも小さいときに上記マスタースレーブ動作を開始する構成(1)に記載の医療用マニピュレータ。

(3) 上記スレーブアームには内視鏡及び／又は処置具が取り付けられている構成(1)に記載の医療用マニピュレータ。

(4) 上記検出手段は、上記マスターアームとスレーブアームの全ての自由度について検出を行う構成(1)に記載の医療用マニピュレータ。

(5) 上記検出手段は、上記マスターアームとスレーブアームの一部の自由度について検出を行う構成(1)に記載の医療用マニピュレータ。

(6) 上記検出手段は、上記マスターアームとスレーブアームの各自由度に配置されたエンコーダからの出力値を比較することによって、検出を行う構成(1)に記載の医療用マニピュレータ。

(7) 上記検出手段は、上記マスターアームとスレーブアームの各自由度に配置されたエンコーダの値を角度

及び／又は位置に変換して比較することによって、検出を行う構成(1)に記載の医療用マニピュレータ。

(8) 上記マスタースレーブ動作の開始は、全ての軸に対する上記形状の差があらかじめ定められた値より小さくなったときに行う構成(2)に記載の医療用マニピュレータ。

(9) 上記マスタースレーブ動作の開始は、上記形状の差があらかじめ定められた値よりも小さくなった軸から行う構成(2)に記載の医療用マニピュレータ。

【0028】上記した構成(1)乃至(9)によれば、マスターアームとスレーブアームとが一致した形状でマスタースレーブ動作を行うので操作性が向上する。また、マスターアームとスレーブアームとが一致するまではマスタースレーブ動作を行わないので安全性も向上する。

【0029】

【発明の効果】本発明によれば、マスターアームとスレーブアームとが一致した形状でマスタースレーブ動作を行うので操作性が向上する。また、マスターアームとスレーブアームとが一致するまではマスタースレーブ動作を行わないので、安全性も向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が適用されるマスタースレーブ方式の医療用マニピュレータの構成を示す図である。

【図2】スレーブアームの先端部に取り付けられる体腔内挿入部の構成を示す図である。

【図3】図1において、特に制御装置の構成を詳細に示すブロック図である。

【図4】第1実施例に係る制御部の動作を説明するためのフローチャートである。

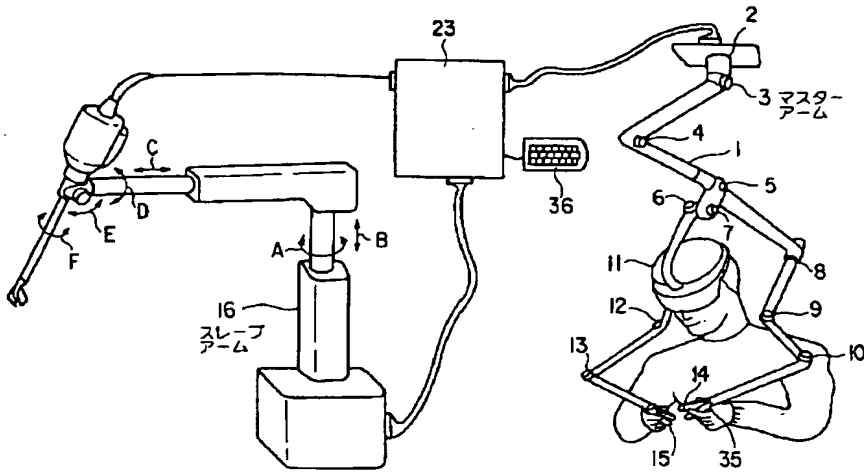
【図5】第2実施例に係る制御部の動作を説明するためのフローチャートの前部である。

【図6】第2実施例に係る制御部の動作を説明するためのフローチャートの後部である。

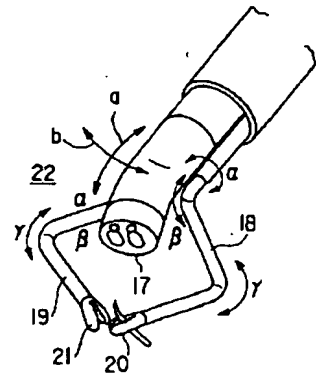
【符号の説明】

1…マスターアーム、2～13…エンコーダ、14、15…開閉部、16…スレーブアーム、17…3Dスコップ、18、19…処置用マニピュレータ、20、21…グリッパ、22…体腔内挿入部、23…制御装置、28…制御部。

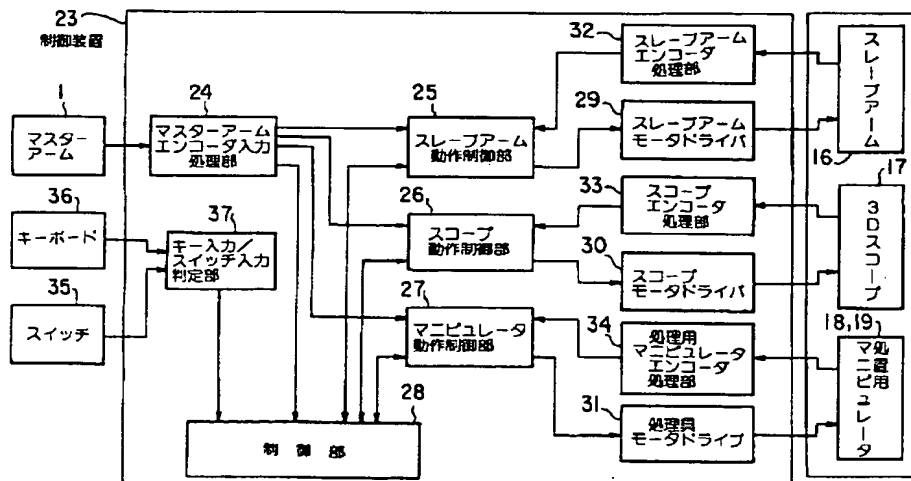
【図 1】



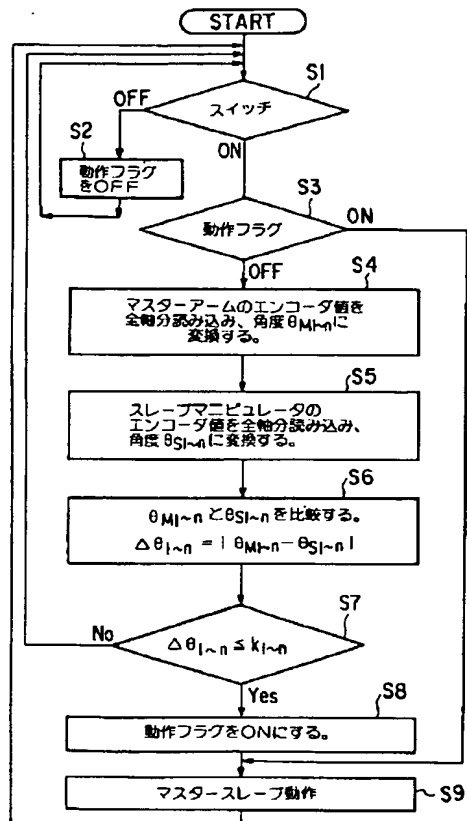
【図 2】



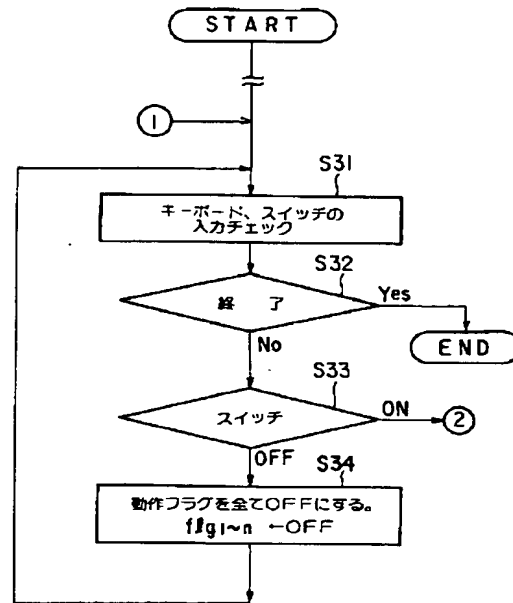
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

